

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 10-232739  
(43)Date of publication of application : 02.09.1998

(51)Int.Cl.

G06F 3/033

(21)Application number : 09-051178  
(22)Date of filing : 20.02.1997

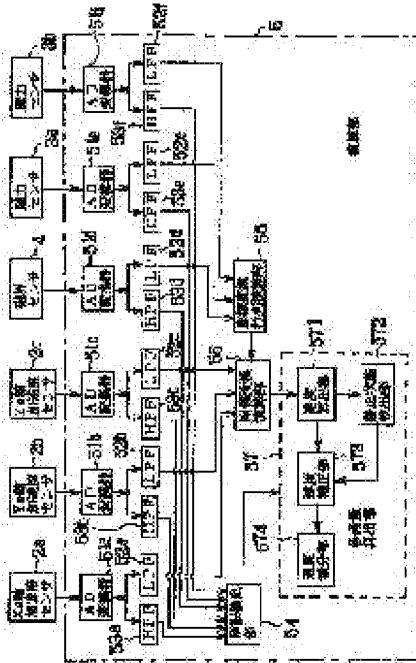
(71)Applicant : RICOH CO LTD  
(72)Inventor : SATO YASUHIRO  
SHINGYOUCHI MITSURU  
INOUE TAKAO

## (54) PEN TYPE INPUT DEVICE

### (57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To enable the accurate detection of writing track by calculating the moving direction and moving distance of pen tip part based on the acceleration of gravity coordinate system.

SOLUTION: High-pass filters (HPF) 53a-53f detect frequency components caused by the friction of signals from acceleration sensors 2a, 2b and 2c, gravity sensors 3a and 3b and magnetic field sensor 4. The start of wiring is judged by a writing detection part 54 based on a signal, which includes the high frequency component for the first time, among the signals from the acceleration sensors 2a, 2b and 2c, gravity sensors 3a and 3b and magnetic field sensor 4 through the HPF 53a-53f and the end of writing is judged based on the signal, which includes the high frequency component to the end, among the signals through the HPF 53a-53f. Whether it is under writing or not is judged by utilizing facts that a writing acceleration component appears at a comparatively low frequency part and a component caused by friction between a pen tip part 8 and a non-writing plane appears at a comparatively high frequency part.



(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平10-232739

(43)公開日 平成10年(1998)9月2日

(51)Int.Cl.<sup>6</sup>  
G 0 6 F 3/033

識別記号  
3 2 0

F I  
G 0 6 F 3/033  
3 2 0

審査請求 未請求 請求項の数11 FD (全14頁)

(21)出願番号 特願平9-51178

(22)出願日 平成9年(1997)2月20日

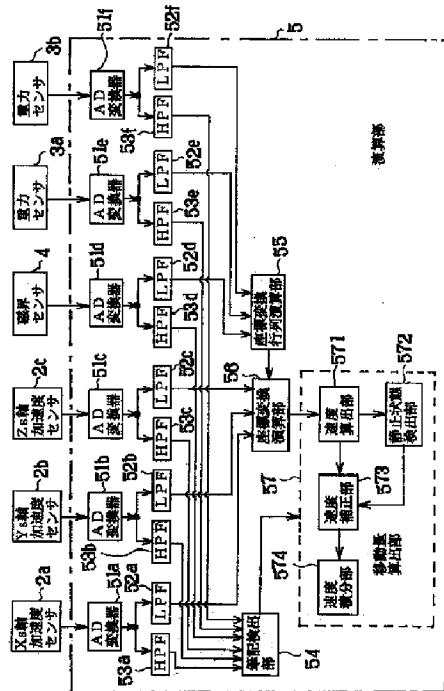
(71)出願人 000006747  
株式会社リコー  
東京都大田区中馬込1丁目3番6号  
(72)発明者 佐藤 康弘  
東京都大田区中馬込1丁目3番6号 株式  
会社リコー内  
(72)発明者 新行内 充  
東京都大田区中馬込1丁目3番6号 株式  
会社リコー内  
(72)発明者 井上 隆夫  
東京都大田区中馬込1丁目3番6号 株式  
会社リコー内  
(74)代理人 弁理士 小島 俊郎

(54)【発明の名称】 ペン型入力装置

(57)【要約】

【課題】小型の入力装置が求められている。そこで、ペン型入力装置で正確且つ簡単に筆記入力する。

【解決手段】座標変換行列演算部55は重力センサ3をからの信号を基にXs軸方向とYs軸方向のペン軸の傾斜角を求め、ペン軸の傾斜角と磁界センサ4を用いて検出した地磁気のベクトル成分を基にペン軸座標系(Xs, Ys, Zs)から重力座標系(Xg, Yg, Zg)に座標変換を行なう座標変換行列を算出する。座標変換演算部56は座標変換行列を用いて加速度センサ2を用いて検出した加速度の座標変換を行なう。移動量演算部57は変換後の加速度を基にペン先部の移動方向及び移動距離を算出する



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 加速度センサと重力センサと磁界センサと演算部を有し、加速度センサはペン軸をZs軸としたペン軸座標系(Xs, Ys, Zs)のXs軸方向, Ys軸方向及びZs軸方向の加速度を示す信号を出力し、重力センサはペン軸座標系(Xs, Ys, Zs)のXs軸方向とYs軸方向に加わる重力の成分を示す信号を出力し、磁界センサはペン軸座標系(Xs, Ys, Zs)のZs軸に直交した方向の地磁気のベクトル成分を示す信号を出力し、演算部は座標変換行列演算部と座標変換演算部と移動量演算部を備え、座標変換行列演算部は重力センサを用いて検出したXs軸方向とYs軸方向に加わる重力の成分を基にXs軸方向とYs軸方向のペン軸の傾斜角を求め、求めたペン軸の傾斜角と磁界センサを用いて検出したZs軸に直交した方向の地磁気のベクトル成分を基にペン軸座標系(Xs, Ys, Zs)から重力加速度方向に伸びる軸をZq軸とした重力座標系(Xq, Yq, Zq)に座標変換を行なう座標変換行列を算出し、座標変換演算部は座標変換行列演算部が算出した座標変換行列を用いて加速度センサを用いて検出したペン軸座標系(Xs, Ys, Zs)の加速度を重力座標系(Xq, Yq, Zq)の加速度に変換し、移動量演算部は座標変換演算部が変換して求めた重力座標系(Xq, Yq, Zq)の加速度を基にペン先部の移動方向及び移動距離を算出することを特徴とするペン型入力装置。

【請求項2】 3個の加速度センサと2個の重力センサと1個の磁界センサを有し、3個の加速度センサはそれぞれペン軸座標系(Xs, Ys, Zs)のXs軸方向, Ys軸方向及びZs軸方向の加速度を示す信号を出力し、2個の重力センサはそれぞれペン軸座標系(Xs, Ys, Zs)のXs軸方向とYs軸方向に加わる重力の成分を示す信号を出力し、磁界センサはペン軸座標系(Xs, Ys, Zs)のZs軸に直交した一方向の地磁気のベクトル成分を示す信号を出力する請求項1記載のペン型入力装置。

【請求項3】 3個の加速度センサと1個の重力センサと2個の磁界センサを有し、3個の加速度センサはそれぞれペン軸座標系(Xs, Ys, Zs)のXs軸方向, Ys軸方向及びZs軸方向の加速度を示す信号を出力し、重力センサはそれぞれペン軸座標系(Xs, Ys, Zs)のXs軸方向又はYs軸方向に加わる重力の成分を示す信号を出力し、磁界センサはペン軸座標系(Xs, Ys, Zs)のZs軸に直交した2方向の地磁気のベクトル成分を示す信号を出力し、上記座標変換行列演算部は重力センサを用いて検出したXs軸方向又はYs軸方向に加わる重力の成分を基にXs軸方向又はYs軸方向のペン軸の傾斜角を求め、求めたペン軸の傾斜角と磁界センサを用いて検出したZs軸に直交した2方向の地磁気のベクトル成分を基にペン軸座標系(Xs, Ys, Zs)から重力加速度方向に伸びる軸をZq軸とした重力座標系(Xq, Yq, Zq)に座標変換を行なう座標変換行列を算出する請

求項1記載のペン型入力装置。

【請求項4】 3個の加速度センサと2個の重力センサと2個の磁界センサを有し、3個の加速度センサはそれぞれペン軸座標系(Xs, Ys, Zs)のXs軸方向, Ys軸方向及びZs軸方向の加速度を示す信号を出力し、2個の重力センサはそれぞれペン軸座標系(Xs, Ys, Zs)のXs軸方向とYs軸方向に加わる重力の成分を示す信号を出力し、磁界センサはペン軸座標系(Xs, Ys, Zs)のZs軸に直交した2方向の地磁気のベクトル成分を示す信号を出力し、上記座標変換行列演算部は重力センサを用いて検出したXs軸方向とYs軸方向に加わる重力の成分を基にXs軸方向とYs軸方向のペン軸の傾斜角を求め、求めたペン軸の傾斜角と磁界センサを用いて検出したZs軸に直交した2方向の地磁気のベクトル成分を基にペン軸座標系(Xs, Ys, Zs)から重力加速度方向に伸びる軸をZq軸とした重力座標系(Xq, Yq, Zq)に座標変換を行なう座標変換行列を算出する請求項1記載のペン型入力装置。

【請求項5】 10Hz近傍の周波数を境にして加速度センサ、重力センサ及び磁界センサからの信号の高周波成分を透過するハイパスフィルタを有し、ハイパスフィルタを経由した信号のうちいずれか最初に高周波成分を含んだ信号を基に筆記開始を判断し、ハイパスフィルタを経由した信号のうちいずれか最後まで高周波成分を含んだ信号を基に筆記終了を判断する請求項1乃至4のいずれかに記載のペン型入力装置。

【請求項6】 上記座標変換演算部は各加速度センサの取付け位置と座標変換行列及び座標変換行列演算部が算出した座標変換行列を用いて加速度センサを用いて検出したペン軸座標系(Xs, Ys, Zs)の加速度を重力座標系(Xq, Yq, Zq)におけるペン先部の加速度に変換する請求項1乃至4のいずれかに記載のペン型入力装置。

【請求項7】 上記演算部は静止状態検出部と速度補正部を備え、静止状態検出部は重力座標系(Xq, Yq, Zq)の加速度を一回積分して求めた重力座標系(Xq, Yq, Zq)の速度の変化を基に静止状態を検出し、速度補正部は静止状態検出部が静止状態を検出するたびに重力座標系(Xq, Yq, Zq)の加速度を一回積分して求めた重力座標系(Xq, Yq, Zq)の速度をゼロにリセットする請求項1乃至4のいずれかに記載のペン型入力装置。

【請求項8】 上記演算部は静止状態検出部と速度補正部を備え、静止状態検出部は重力座標系(Xq, Yq, Zq)の加速度を一回積分して求めた重力座標系(Xq, Yq, Zq)の速度の変化を基に静止状態を検出し、速度補正部は静止状態検出部が静止状態を検出してから次に静止状態を検出するまでの重力座標系(Xq, Yq, Zq)の加速度を一回積分して求めた重力座標系(Xq, Yq, Zq)の速度の波形を各静止状態で速度がゼロになるよ

うに補正する請求項1乃至4のいずれかに記載のペン型入力装置。

【請求項9】 上記静止状態検出部は加速度センサを用いて検出したペン軸座標系(Xs, Ys, Zs)の各軸方向の加速度を基にペン軸座標系(Xs, Ys, Zs)における加速度の合成ベクトルを算出し、算出した合成ベクトルの大きさと重力加速度の大きさとを比較し、その差が予め定めた値以内のときを静止状態と判定する請求項7又は8記載のペン型入力装置。

【請求項10】 上記静止状態検出部は座標変換演算部が変換して求めたX軸方向及びY軸方向加速度が予め定めた閾値以下のときを静止状態と判定する請求項7又は8記載のペン型入力装置。

【請求項11】 上記静止状態検出部は加速度センサを用いて検出したペン軸座標系(Xs, Ys, Zs)の各軸方向の加速度を基にペン軸座標系(Xs, Ys, Zs)における加速度の合成ベクトルを算出し、算出した合成ベクトルの大きさと重力加速度の大きさとを比較し、その差が予め定めた値以内のときであって、且つ、座標変換演算部が変換して求めたX軸方向及びY軸方向加速度が予め定めた閾値以下のときを静止状態と判定する請求項7又は8記載のペン型入力装置。

#### 【発明の詳細な説明】

##### 【0001】

【発明の属する技術分野】 この発明は図形及び文字を入力するペン型入力装置に関するものである。

##### 【0002】

【従来の技術】 コンピュータ装置等の入力装置としてはキーボード、マウス、デジタイザ、ライトペン及びタブレット等が用いられている。コンピュータ装置の小型化に伴い、携帯端末装置のニーズが高まり利用者も年々増加している。そこで、小型の入力装置が求められるようになった。

【0003】 キーボードの小型化にはヒューマンインターフェイスの点で限界があり、携帯端末装置の入力装置としては実用性が低い。また、マウスはポインティングデバイスとしては小型化が可能であるが、図形及び文字等の入力には適さない。

【0004】 このため、例えば特開平6-67799号公報に掲載されたペン型のコンピュータ入力装置、特開平7-84716号公報に掲載されたデータ入力装置、特開平7-200127号公報に掲載された手書き入力装置及び特開平6-230886号公報に掲載されたペンシル型入力装置のようなタブレットレスの入力装置が開発された。

【0005】 特開平6-67799号公報に掲載されたペン型のコンピュータ入力装置は加速度センサで移動方向と移動距離を調べ、圧電振動ジャイロで加速度センサが検出した移動方向及び移動距離のペン型のコンピュータ入力装置のローテーションによる影響を補正している。さらに、特開平7-84716号公報に掲載されたデータ入力装置

は互いに直角に配置された振動ジャイロからの極性及び振幅を示す信号を基に装置の移動方向及び移動距離を検出している。さらに、特開平7-200127号公報に掲載された手書き入力装置は2個の加速度センサからの信号を基に装置の移動方向及び移動距離を求めている。さらに、特開平6-230886号公報に掲載されたペンシル型入力装置は2組の加速度センサをペン軸上の異なる位置に設け、この2組の加速度センサからの出力を基に加速度センサの取り付け位置による影響を補正したペン先部の移動方向及び移動距離を求めている。

【0006】 また、ペン型入力装置に関するものでなく、例えばゲーム機に利用されているものであるが、特開平7-294240号公報に掲載された位置センサは、X軸方向、Y軸方向及びZ軸方向の加速度を検出する加速度センサとX軸周り、Y軸周り及びZ軸周りの角速度を検出するジャイロを備え、これらが検出した加速度及び角速度基にストラップダウン方式の演算を行って、頭部の移動速度、位置、姿勢及び向きを検出している。

##### 【0007】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、特開平6-67799号公報に掲載されたペン型のコンピュータ入力装置では、装置のローテーションによる影響を補正するもので、装置がダイナミックな傾斜を伴う場合には補正することができない。通常の筆記動作では装置のダイナミックな傾斜を伴うので、検出結果が不正確になる場合がある。

【0008】 さらに、特開平7-84716号公報に掲載されたデータ入力装置は手首の回転動作を検出して移動方向及び移動距離を入力するものなので、図形等の入力には適さない。

【0009】 さらに、特開平7-200127号公報に掲載された手書き入力装置では、装置の傾斜及び回転に対する補正手段がないため、検出結果が不正確になる場合がある。

【0010】 さらに、特開平6-230886号公報に掲載されたペンシル型入力装置は加速度センサが検出した加速度に装置の回転角に対する成分が含まれていることを考慮していないため移動距離の検出誤差が大きくなる場合がある。

【0011】 また、特開平7-294240号公報に掲載された位置センサは、頭部の移動速度、位置、姿勢及び向きを空間的に検出するものなので、複雑な演算処理を採用しているが、ペン型入力装置では装置の小型化が要求されているため、簡単な演算処理で正確に被筆記面上の移動方向及び移動距離を検出しなければならない。

【0012】 この発明はかかる短所を解消するためになされたものであり、筆記入力を簡単な構成で正確に検出することを目的とする。

##### 【0013】

【課題を解決するための手段】 この発明に係るペン型入

力装置は、加速度センサと重力センサと磁界センサと演算部を有し、加速度センサはペン軸をZs軸としたペン軸座標系(Xs, Ys, Zs)のXs軸方向, Ys軸方向及びZs軸方向の加速度を示す信号を出し、重力センサはペン軸座標系(Xs, Ys, Zs)のXs軸方向とYs軸方向又はそのいずれか一方向に加わる重力の成分を示す信号を出し、磁界センサはペン軸座標系(Xs, Ys, Zs)のZs軸に直交した方向の地磁気のベクトル成分を示す信号を出し、演算部は座標変換行列演算部と座標変換演算部と移動量演算部を備え、座標変換行列演算部は重力センサを用いて検出したXs軸方向とYs軸方向に加わる重力の成分を基にXs軸方向とYs軸方向のペン軸の傾斜角を求め、求めたペン軸の傾斜角と磁界センサを用いて検出したZs軸に直交した方向の地磁気のベクトル成分を基にペン軸座標系(Xs, Ys, Zs)から重力加速度方向に伸びる軸をZq軸とした重力座標系(Xq, Yq, Zq)に座標変換を行なう座標変換行列を算出し、座標変換演算部は座標変換行列演算部が算出した座標変換行列を用いて加速度センサを用いて検出したペン軸座標系(Xs, Ys, Zs)の加速度を重力座標系(Xq, Yq, Zq)の加速度に変換し、移動量演算部は座標変換演算部が変換して求めた重力座標系(Xq, Yq, Zq)の加速度を基にペン先部の移動方向及び移動距離を算出して、ペン軸の傾斜角等を基に座標変換行列を直接求めることにより積分演算処理を少なくする。

【0014】さらに、3個の加速度センサと2個の重力センサと1個の磁界センサを有し、3個の加速度センサはそれぞれペン軸座標系(Xs, Ys, Zs)のXs軸方向, Ys軸方向及びZs軸方向の加速度を示す信号を出し、2個の重力センサはそれぞれペン軸座標系(Xs, Ys, Zs)のXs軸方向とYs軸方向に加わる重力の成分を示す信号を出し、磁界センサはペン軸座標系(Xs, Ys, Zs)のZs軸に直交した一方向の地磁気のベクトル成分を示す信号を出力する。

【0015】また、3個の加速度センサと1個の重力センサと2個の磁界センサを有し、3個の加速度センサはそれぞれペン軸座標系(Xs, Ys, Zs)のXs軸方向, Ys軸方向及びZs軸方向の加速度を示す信号を出し、重力センサはそれぞれペン軸座標系(Xs, Ys, Zs)のXs軸方向又はYs軸方向に加わる重力の成分を示す信号を出し、磁界センサはペン軸座標系(Xs, Ys, Zs)のZs軸に直交した2方向の地磁気のベクトル成分を示す信号を出し、座標変換行列演算部は重力センサを用いて検出したXs軸方向又はYs軸方向に加わる重力の成分を基にXs軸方向又はYs軸方向のペン軸の傾斜角を求め、求めたペン軸の傾斜角と磁界センサを用いて検出したZs軸に直交した2方向の地磁気のベクトル成分を基にペン軸座標系(Xs, Ys, Zs)から重力加速度方向に伸びる軸をZq軸とした重力座標系(Xq, Yq, Zq)に座標変換を行なう座標変換行列を算出して、重力

センサを少なくして代わりにサイズの小さい磁気センサを増やすことにより装置の小型化を図る。

【0016】また、3個の加速度センサと2個の重力センサと2個の磁界センサを有し、3個の加速度センサはそれぞれペン軸座標系(Xs, Ys, Zs)のXs軸方向, Ys軸方向及びZs軸方向の加速度を示す信号を出し、2個の重力センサはそれぞれペン軸座標系(Xs, Ys, Zs)のXs軸方向とYs軸方向に加わる重力の成分を示す信号を出し、磁界センサはペン軸座標系(Xs, Ys, Zs)のZs軸に直交した2方向の地磁気のベクトル成分を示す信号を出し、座標変換行列演算部は重力センサを用いて検出したXs軸方向又はYs軸方向に加わる重力の成分を基にXs軸方向又はYs軸方向のペン軸の傾斜角を求め、求めたペン軸の傾斜角と磁界センサを用いて検出したZs軸に直交した2方向の地磁気のベクトル成分を基にペン軸座標系(Xs, Ys, Zs)から重力加速度方向に伸びる軸をZq軸とした重力座標系(Xq, Yq, Zq)に座標変換を行なう座標変換行列を算出する。

【0017】さらに、10Hz近傍の周波数を境にして加速度センサ、重力センサ及び磁界センサからの信号の高周波成分を透過するハイパスフィルタを有し、ハイパスフィルタを経由した信号のうちいずれか最初に高周波成分を含んだ信号を基に筆記開始を判断し、ハイパスフィルタを経由した信号のうちいずれか最後まで高周波成分を含んだ信号を基に筆記終了を判断する。

【0018】さらに、上記座標変換演算部は各加速度センサの取付け位置と座標変換行列及び座標変換行列演算部が算出した座標変換行列を用いて加速度センサを用いて検出したペン軸座標系(Xs, Ys, Zs)の加速度を重力座標系(Xq, Yq, Zq)におけるペン先部の加速度に変換して、加速度センサを用いて検出した加速度のペン先部を中心とした傾斜運動による成分を除去する。

【0019】さらに、上記演算部は静止状態検出部と速度補正部を備え、静止状態検出部は重力座標系(Xq, Yq, Zq)の加速度を一回積分して求めた重力座標系(Xq, Yq, Zq)の速度の変化を基に静止状態を検出し、速度補正部は静止状態検出部が静止状態を検出するたびに重力座標系(Xq, Yq, Zq)の加速度を一回積分して求めた重力座標系(Xq, Yq, Zq)の速度をゼロにリセットして、速度の累積誤差を低減する。

【0020】また、上記演算部は静止状態検出部と速度補正部を備え、静止状態検出部は重力座標系(Xq, Yq, Zq)の加速度を一回積分して求めた重力座標系(Xq, Yq, Zq)の速度の変化を基に静止状態を検出し、速度補正部は静止状態検出部が静止状態を検出してから次に静止状態を検出するまでの重力座標系(Xq, Yq, Zq)の加速度を一回積分して求めた重力座標系(Xq, Yq, Zq)の速度の波形を各静止状態で速度がゼロになるように補正して、速度の累積誤差をさらに低減する。

【0021】さらに、上記静止状態検出部は加速度セン

サを用いて検出したペン軸座標系 ( $X_s, Y_s, Z_s$ ) の各軸方向の加速度を基にペン軸座標系 ( $X_s, Y_s, Z_s$ ) における加速度の合成ベクトルを算出し、算出した合成ベクトルの大きさと重力加速度の大きさとを比較し、その差が予め定めた値以内のときを静止状態と判定して、簡単な構成で正確に静止状態を判定する。

【0022】また、上記静止状態検出部は座標変換演算部が変換して求めた  $X_q$  軸方向及び  $Y_q$  軸方向加速度が予め定めた閾値以下のときを静止状態と判定して、さらに簡単な構成で静止状態を判定する。

【0023】また、上記静止状態検出部は加速度センサを用いて検出したペン軸座標系 ( $X_s, Y_s, Z_s$ ) の各軸方向の加速度を基にペン軸座標系 ( $X_s, Y_s, Z_s$ ) における加速度の合成ベクトルを算出し、算出した合成ベクトルの大きさと重力加速度の大きさとを比較し、その差が予め定めた値以内のときを静止状態と判定して、且つ、座標変換演算部が変換して求めた  $X_q$  軸方向及び  $Y_q$  軸方向加速度が予め定めた閾値以下のときを静止状態と判定して、さらに正確に静止状態を判定する。

【0024】

【発明の実施の形態】この発明のペン型入力装置は、ペン軸座標系 ( $X_s, Y_s, Z_s$ ) の  $X_s$  軸方向と  $Y_s$  軸方向又はそのいずれか一方向に加わる重力の成分とペン軸座標系 ( $X_s, Y_s, Z_s$ ) の  $Z_s$  軸に直交した方向の地磁気のベクトル成分とを基にペン軸座標系 ( $X_s, Y_s, Z_s$ ) から重力加速度方向に伸びる軸を  $Z_q$  軸とした重力座標系 ( $X_q, Y_q, Z_q$ ) に座標変換を行なう座標変換行列を算出し、算出した座標変換行列を用いてペン軸座標系 ( $X_s, Y_s, Z_s$ ) の加速度を重力座標系 ( $X_q, Y_q, Z_q$ ) の加速度に変換し、変換して求めた重力座標系 ( $X_q, Y_q, Z_q$ ) の加速度を基にペン先部の移動方向及び移動距離を算出してコンピュータ装置等に文字、記号及び図形等を入力するものである。

【0025】ペン型入力装置は、例えば3個の加速度センサと2個の重力センサと1個の磁界センサと演算部を有する。3個の加速度センサはそれぞれペン軸座標系 ( $X_s, Y_s, Z_s$ ) の  $X_s$  軸方向、  $Y_s$  軸方向及び  $Z_s$  軸方向の加速度を示す信号を出力する。2個の重力センサはそれぞれペン軸座標系 ( $X_s, Y_s, Z_s$ ) の  $X_s$  軸方向と  $Y_s$  軸方向に加わる重力の成分を示す信号を出力する。磁界センサはペン軸座標系 ( $X_s, Y_s, Z_s$ ) の  $Z_s$  軸に直交した一方向の地磁気のベクトル成分を示す信号を出力する。

【0026】演算部は、例えば座標変換行列演算部と座標変換演算部と移動量演算部を備える。座標変換行列演算部は重力センサを用いて検出した  $X_s$  軸方向と  $Y_s$  軸方向に加わる重力の成分を基に  $X_s$  軸方向と  $Y_s$  軸方向のペン軸の傾斜角を求め、求めたペン軸の傾斜角及び磁界センサを用いて検出した  $Z_s$  軸に直交した方向の地磁気のベクトル成分を基にペン軸座標系 ( $X_s, Y_s, Z_s$ ) か

ら重力加速度方向に伸びる軸を  $Z_q$  軸とした重力座標系 ( $X_q, Y_q, Z_q$ ) に座標変換を行なう座標変換行列を算出する。座標変換演算部は座標変換行列演算部が算出した座標変換行列を用いて加速度センサを用いて検出したペン軸座標系 ( $X_s, Y_s, Z_s$ ) の加速度を重力座標系 ( $X_q, Y_q, Z_q$ ) の加速度に変換する。移動量演算部は、例えば速度算出部、静止状態検出部、速度補正部及び速度積分部を備える。速度算出部は座標変換演算部が変換して求めた重力座標系 ( $X_q, Y_q, Z_q$ ) の各軸方向の加速度を積分して重力座標系 ( $X_q, Y_q, Z_q$ ) の各軸方向の速度を算出する。静止状態検出部は速度算出部が求めた重力座標系 ( $X_q, Y_q, Z_q$ ) の速度の変化を基に静止状態を検出する。速度補正部は静止状態検出部が静止状態を検出してから次に静止状態を検出するまでの重力座標系 ( $X_q, Y_q, Z_q$ ) の加速度を一回積分して求めた重力座標系 ( $X_q, Y_q, Z_q$ ) の速度の波形を各静止状態で速度がゼロになるように補正する。速度積分部は速度補正部で補正後の重力座標系 ( $X_q, Y_q, Z_q$ ) の速度を積分してペン先部の移動方向及び移動距離を算出する。このように、座標変換行列を直接求めることにより、各センサの同期を取る手間を少なくすることができると共に、傾斜角を求める場合に比べて積分処理等の回数が少くなり、誤差の発生を少なくできる。

【0027】

【実施例】図1はこの発明の一実施例のペン型入力装置1の構成図である。図に示すように、ペン型入力装置1aは加速度センサ2a, 2b, 2c、重力センサ3a, 3b、磁界センサ4、演算部5、記憶部6及び電源部7を有する。加速度センサ2a, 2b, 2cは、それぞれペン軸9を  $Z_s$  軸とした場合の  $Z_s$  軸と直交する  $X_s$  軸方向、  $Y_s$  軸方向及び  $Z_s$  軸方向に向けて設けられ、  $X_s$  軸方向、  $Y_s$  軸方向及び  $Z_s$  軸方向の加速度を示す信号を出力する。加速度センサ2a, 2b, 2cは、ピエゾ抵抗方式のもの以外に圧電方式のもの又は静電容量方式のものでも良い。重力センサ3a, 3bは  $X_s$  軸方向、  $Y_s$  軸方向の重力加速度の成分を検出するものであり、例えば流体の動きを用いて重力加速度を検出する流体位相静電容量方式を採用する傾斜角センサ等を用いる。磁界センサ4は、地磁気（日本周辺では0.3ガウス程度）のベクトルの成分を検出する。磁界センサ4としては、巻線及びコア材の製作精度が良く、地磁気による時速密度を高分解能で検出可能な、例えばフラックスゲートセンサのうち小型のものを用いる。ここで、重力センサ3a, 3bと磁界センサ4の検出軸は両検出軸間の角度がわかれれば合致させる必要はない。以下の説明では、特に断わらない限りペン軸9を  $Z_s$  軸とした座標系をペン軸座標系 ( $X_s, Y_s, Z_s$ ) という。また、重力加速度方向に伸びる軸を  $Z_q$  軸とする座標系を重力座標系 ( $X_q, Y_q, Z_q$ ) という。また、以下の説明では筆記面と重力座標

系  $(X_q, Y_q, Z_q)$  の  $X_q$  軸と  $Y_q$  軸がなす面とは一致しているものとする。さらに、 $X_s$  軸、 $Y_s$  軸、 $Z_s$  軸と  $X_q$  軸、 $Y_q$  軸、 $Z_q$  軸とが成す角度をそれぞれオイラー角  $\phi, \theta, \psi$  とする。また、以後の説明において、入力中とは文字及び図形等の一連の入力動作を示し、ペン先部 8 を筆記面に当接して移動する場合と当接しないで移動する場合とがある。また、筆記中とはペン先部 8 を筆記面に当接して移動する場合のみを示す。

【0028】演算部 5 は、図 2 に示すように A/D 変換器 51a～51f、ローパスフィルタ（以後「LPF」という。）52a～52f、ハイパスフィルタ（以後「HPF」という。）53a～53f、筆記検出部 54、座標変換行列演算部 55、座標変換演算部 56 及び移動量算出部 57 を備える。A/D 変換器 51a～51f は、それぞれ加速度センサ 2a, 2b, 2c、重力センサ 3a, 3b 及び磁界センサ 4 からのアナログ信号をデジタル信号に変換する。LPF 52a～52f はペン先部 8 と被筆記面との摩擦力により生じる加速度センサ 2a, 2b, 2c、重力センサ 3a, 3b 及び磁界センサ 4 からの信号の高周波成分を遮断する。HPF 53a～53f は加速度センサ 2a, 2b, 2c、重力センサ 3a, 3b 及び磁界センサ 4 からの信号の摩擦による高周波数成分を抽出する。筆記検出部 54 は HPF 53a～53f を経由した加速度センサ 2a, 2b, 2c、重力センサ 3a, 3b 及び磁界センサ 4 からの信号のうちいずれか最初に高周波成分を含んだ信号を基に筆記開始

を判断し、HPF 53a～53f を経由した上記信号のうちいずれか最後まで高周波成分を含んだ信号を基に筆記終了を判断する。これは、筆記加速度成分は比較的に周波数が低い部分に表れ、ペン先部 8 と被筆記面との摩擦による成分は比較的周波数が高い部分に表れることを利用して筆記中か否かを判断するものである。

【0029】座標変換行列演算部 55 は重力センサ 3a, 3b を用いて検出した  $X_s$  軸方向と  $Y_s$  軸方向に加わる重力の成分を基にペン軸 9 の傾斜角を求め、求めたペン軸の傾斜角及び磁界センサ 4 を用いて検出した  $Z_s$  軸に直交した方向の地磁気のベクトル成分を基にペン軸座標系  $(X_s, Y_s, Z_s)$  から重力座標系  $(X_q, Y_q, Z_q)$  に座標変換を行なう座標変換行列を算出する。

【0030】ここで、座標変換行列演算部 55 により、座標変換行列を算出する処理について説明する。

【0031】図 3 に示すように、 $X_q$  軸、 $Y_q$  軸、 $Z_q$  軸方向の単位ベクトルを  $i_q, j_q, k_q$  とし、 $X_s$  軸、 $Y_s$  軸、 $Z_s$  軸方向の単位ベクトルを  $i_s, j_s, k_s$  とし、 $Z_q$  軸と  $X_s$  軸、 $Y_s$  軸とがなす角度を傾斜角  $\alpha, \beta$  とした。また、ペン軸座標系  $(X_s, Y_s, Z_s)$  の加速度を  $A_x, A_y, A_z$ 、重力座標系  $(X_q, Y_q, Z_q)$  の加速度を  $A_{xq}, A_{yq}, A_{zq}$  とすると、重力座標系  $(X_q, Y_q, Z_q)$  の加速度  $A_{xq}, A_{yq}, A_{zq}$  は、次式で表すことができる。

【0032】

【数 1】

$$\begin{aligned}
 \begin{pmatrix} \ddot{X}_g \\ \ddot{Y}_g \\ \ddot{Z}_g \end{pmatrix} &= C_g^s \begin{pmatrix} \ddot{X}_s \\ \ddot{Y}_s \\ \ddot{Z}_s \end{pmatrix} \\
 &= \begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \ddot{X}_s \\ \ddot{Y}_s \\ \ddot{Z}_s \end{pmatrix} \\
 &= \begin{pmatrix} (is \cdot ig) & (js \cdot ig) & (ks \cdot ig) \\ (is \cdot jg) & (js \cdot jg) & (ks \cdot jg) \\ (is \cdot kg) & (js \cdot kg) & (ks \cdot kg) \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \ddot{X}_s \\ \ddot{Y}_s \\ \ddot{Z}_s \end{pmatrix} \\
 &= \begin{pmatrix} (is)g & (js)g & (ks)g \end{pmatrix}
 \end{aligned}$$

$C_g^s$  : 座標変換行列

$$\begin{aligned}
 a_{11} &= \cos \theta \cos \phi \\
 a_{21} &= \cos \theta \sin \phi \\
 a_{31} &= -\sin \theta \\
 a_{12} &= \sin \phi \sin \theta \cos \phi - \cos \phi \sin \phi \\
 a_{22} &= \sin \phi \sin \theta \sin \phi + \cos \phi \cos \phi \\
 a_{32} &= \sin \phi \cos \theta \\
 a_{13} &= \cos \phi \sin \theta \cos \phi + \sin \phi \sin \phi \\
 a_{23} &= \cos \phi \sin \theta \sin \phi - \sin \phi \cos \phi \\
 a_{33} &= \cos \phi \cos \theta
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \ddot{X}_g &= \ddot{A}_g \ddot{X}_g = \frac{d^2 \ddot{X}_g}{dt^2}, & \ddot{X}_s &= \ddot{A}_s \ddot{X}_s = \frac{d^2 \ddot{X}_s}{dt^2} \\
 \ddot{Y}_g &= \ddot{A}_g \ddot{Y}_g = \frac{d^2 \ddot{Y}_g}{dt^2}, & \ddot{Y}_s &= \ddot{A}_s \ddot{Y}_s = \frac{d^2 \ddot{Y}_s}{dt^2} \\
 \ddot{Z}_g &= \ddot{A}_g \ddot{Z}_g = \frac{d^2 \ddot{Z}_g}{dt^2}, & \ddot{Z}_s &= \ddot{A}_s \ddot{Z}_s = \frac{d^2 \ddot{Z}_s}{dt^2}
 \end{aligned}$$

【0033】ここで、ベクトル  $(is)g, (js)g, (ks)g$  はベン軸座標系  $(X_s, Y_s, Z_s)$  の単位ベクトル  $i_s, j_s, k_s$  を重力座標系  $(X_g, Y_g, Z_g)$  で表したものである。

【0034】まず、2個の重力センサ a, b を用いて検出した  $X_g$  軸方向及び  $Y_g$  軸方向の重力加速度成分を用いて傾斜角  $\alpha, \beta$  を求める。傾斜角  $\alpha, \beta$  各方向の単位ベクトルの内積として、以下の式で示す関係を有する。

【0035】

【数2】

$$\sin \alpha = (is \cdot kg)$$

$$\sin \beta = (js \cdot kg)$$

【0036】上記式より、次式を導くことができる。

【0037】

【数3】

$$(is)g = \begin{pmatrix} ix \\ iy \\ iz \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} ix \\ iy \\ \sin \alpha \end{pmatrix}$$

$$(js)g = \begin{pmatrix} jx \\ jy \\ jz \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} jx \\ jy \\ \sin \beta \end{pmatrix}$$

【0038】ベクトル  $(is)g, (js)g$  は単位ベクトルなので、以下の式に示すようになる。

【0039】

【数4】

$$ix^2 + iy^2 + \sin^2 \alpha = 1$$

$$jx^2 + jy^2 + \sin^2 \beta = 1$$

【0040】また、ベクトル  $(is)g, (js)g$  の直交条件より、次式が成り立つ。

【0041】

50 【数5】

$$ix \cdot jx + iy \cdot jy + \sin\alpha \cdot \sin\beta = 0$$

【0042】次に、磁界センサ4の出力信号をV、地磁気ベクトルの絶対値をNとすると、磁界センサの検出出力より、次式が成り立つ。

【0043】

【数6】

$$V = N \cdot (is \cdot jg)$$

$$ix = \frac{V}{N}$$

【0044】上記式を連立方程式として、解くことでベクトル(is)q, (js)qを求めることができる。ベクトル(is)q, (js)qつまりXs軸とYs軸とがなす平面が求まれば(k)qも一意的に求まり、座標変換行列を求めることができる。

【0045】座標変換演算部56は座標変換行列演算部55が算出した座標変換行列を用いて加速度センサ2a, 2b, 2cを用いて検出したペン軸座標系(Xs, Ys, Zs)の加速度Ax, Ay, Azを重力座標系(Xg, Yg, Zg)の加速度Axg, Ayg, Azgに変換する。

【0046】移動量算出部57は、例えば速度算出部571、静止状態検出部572、速度補正部573及び速度積分部574を備える。速度算出部571は座標変換演算部56が変換して求めた重力座標系(Xg, Yg, Zg)の各軸方向の加速度Axg, Ayg, Azgを積分して重力座標系(Xg, Yg, Zg)の各軸方向の速度を算出する。静止状態検出部572は、例えば図4(a)に示すような速度算出部573が求めた重力座標系(Xg, Yg, Zg)の速度の変化を基に静止状態を検出する。速度補正部573は静止状態検出部572が静止状態を検出してから次に静止状態を検出するまでの重力座標系(Xg, Yg, Zg)の速度の波形を基に、図4(b)に示すような直線aを求め、この直線の傾きがゼロになるよう補正して、図4(c)に示すように各静止状態で速度がゼロになるようにする。速度積分部574は上記のように速度補正部572が補正した速度を積分して、ペン先部8の移動方向及び移動距離を算出し、記憶部6に記憶する。

【0047】ここで、速度補正部573は、図4(a)に示すような速度波形を図4(d)に示すように静止状態においてゼロになるように補正しても良い。

【0048】上記構成のペン型入力装置1aの動作について、図5のフローチャートを参照して説明する。

【0049】ペン型入力装置1aの筆記検出部54がHPF53a～53fのいずれかが出力した信号から高周波数成分を検出すると(ステップS1)、座標変換行列演算部55は、すでに説明したようにLPF52d～52fを介して重力センサ3a, 3b及び磁界センサ4から入力した重力成分を示す信号及び地磁気の成分を示す信号を基に座標変換行列を算出する(ステップS2)。

このように座標変換行列を直接算出するので、複数回積分処理を行ない傾斜角を算出する場合に比べて積分回数を減らすことができ、積分に伴い発生する誤差を少なくすることができると共に、装置構成を簡単にすることができる。

【0050】座標変換演算部56はLPF52d～52fを介して加速度センサ2a, 2b, 2cから入力したペン軸座標系(Xs, Ys, Zs)の加速度Ax, Ay, Azを座標変換行列演算部55が算出した座標変換行列を用いて重力座標系(Xg, Yg, Zg)の加速度Axg, Ayg, Azgに変換する(ステップS3)。

10

【0051】移動量算出部57は、すでに説明したように静止状態検出部572が静止状態を検出してから次に静止状態を検出するまでの重力座標系(Xg, Yg, Zg)の速度の波形を各静止状態で速度がゼロになるよう補正し、補正後の速度を積分してペン先部8の移動方向及び移動距離を算出する(ステップS4)。このように、重力座標系(Xg, Yg, Zg)の速度の波形を各静止状態で速度がゼロになるよう補正し、補正後の速度を積分してペン先部8の移動方向及び移動距離を算出するので、積分による累積誤差が溜り、ペン先部8に軌跡検出に誤差が発生することを防止できる。

20

【0052】演算部5は上記のようにして算出したペン先部8の移動方向及び移動量を記憶部6に記憶し(ステップS5)、筆記検出部54が筆記終了を検出するまで上記処理(ステップS2～S5)を繰り返す(ステップS6)。これにより、各サンプリングの際のペン先部8の移動方向及び移動距離を記憶でき、ペン先部8の軌跡を検出することができる。

30

【0053】なお、上記実施例ではペン型入力装置1aは加速度センサ2a, 2b, 2c、重力センサ3a, 3b、磁界センサ4、演算部5、記憶部6及び電源部7を有するようにしたが、図6の構成図に示すようにペン型入力装置1bが加速度センサ2a, 2b, 2c、重力センサ3、磁界センサ4a, 4b、演算部5、記憶部6及び電源部7を有するようにしても良い。重力センサ3はXs軸方向又はYs軸方向のいずれか一方の重力加速度成分を検出する。磁界センサ4a, 4bはXs軸方向及びYs軸方向の地磁気の成分を検出する。ここで、重力センサ3が重力加速度成分を検出する方向をXs軸方向とすると、すでに説明した用にして次式が成り立つ。

【0054】

【数7】

15

$$ix^2 + iy^2 + \sin^2 \alpha = 1$$

$$jx^2 + jy^2 + jz^2 = 1$$

$$ix \cdot jx + iy \cdot jy + jz \cdot \sin \alpha = 0$$

$$Vx = N \cdot (is \cdot ig)$$

$$ix = \frac{Vx}{N}$$

$$Vy = N \cdot (js \cdot ig)$$

$$jx = \frac{Vy}{N}$$

【0055】ここで、 $Vx$ ,  $Vy$ は地磁気の直交方向のベクトル成分の出力を示す。すでに説明したように、これらの式を連立方程式として解くことにより、 $(is)_g$ ,  $(js)_g$ を求めることができ、 $(ks)_g$ も一意的に定まるので、座標変換行列を求めることができる。重力センサ3 bに比べて磁界センサ4 bは素子が小さいため、装置を小型化することができる。

【0056】また、図7に示すようにペン型入力装置1 cが加速度センサ2 a, 2 b, 2 c、重力センサ3 a, 3 b、磁界センサ4 a, 4 b、演算部5、記憶部6及び電源部7を有するようにしても良い。この場合は、以下に示すような式が成り立つ。

【0057】

【数8】

$$ix^2 + iy^2 + \sin^2 \alpha = 1$$

$$jx^2 + jy^2 + \sin^2 \beta = 1$$

$$ix \cdot jx + iy \cdot jy + \sin \alpha \cdot \sin \beta = 0$$

$$Vx = N \cdot (is \cdot ig)$$

$$ix = \frac{Vx}{N}$$

$$Vy = N \cdot (js \cdot ig)$$

$$jx = \frac{Vy}{N}$$

【0058】このように地磁気の値Nを未知の値とすることでき、地磁気の値が異なった地点で処理を行なったとしても、地磁気の差による影響を受けることなく正確に筆記入力を行なうことができる。

【0059】また、重力センサ3 a, 3 b及び磁界センサ4による検出値はこれらのセンサのペン先部からの距離による影響はなく、各検出軸が直交していれば良いが、ペン先部8から離れた位置に設けた加速度センサ2 a, 2 b, 2 cを用いて加速度の検出を行なう場合、筆記動作による慣性力及び遠心力の影響を受ける。そこで、座標変換演算部5 6は、加速度センサ2 a, 2 b, 2 cの取付け位置及び座標変換行列演算部5 5が算出した座標変換行列を用いて加速度センサ2 a, 2 b, 2 c

16

を用いて検出した加速度センサ2 a, 2 b, 2 cの取付け位置におけるペン軸座標系( $X_s$ ,  $Y_s$ ,  $Z_s$ )の加速度を重力座標系( $X_g$ ,  $Y_g$ ,  $Z_g$ )におけるペン先部8の加速度に変換し、慣性力等の傾斜運動による加速度成分を除去するようにしても良い。以下にその動作について説明する。

【0060】ある時刻の重力座標系( $X_g$ ,  $Y_g$ ,  $Z_g$ )での一点Aの座標を( $X_{ga}$ ,  $Y_{ga}$ ,  $Z_{ga}$ )とすると、A点座標はペン先部8の座標( $X_{ga}$ ,  $Y_{ga}$ ,  $Z_{ga}$ )とA点のペン軸座標系( $X_s$ ,  $Y_s$ ,  $Z_s$ )の座標( $L_x$ ,  $L_y$ ,  $L_z$ )を座標変換行列で座標変換した値から次式のように求めることができる。

【0061】

【数9】

$$\begin{pmatrix} X_{ga} \\ Y_{ga} \\ Z_{ga} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} X_{go} \\ Y_{go} \\ Z_{go} \end{pmatrix} + C_g^s \begin{pmatrix} L_x \\ L_y \\ L_z \end{pmatrix}$$

【0062】上記式を時間で2回微分したものがA点の重力座標系( $X_g$ ,  $Y_g$ ,  $Z_g$ )での加速度( $A_{xga}$ ,  $A_{yga}$ ,  $A_{zga}$ )である。座標変換行列も時間の関数であるので、次式を得ることができる。

【0063】

【数10】

$$\begin{pmatrix} \ddot{X}_{ga} \\ \ddot{Y}_{ga} \\ \ddot{Z}_{ga} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \ddot{X}_{go} \\ \ddot{Y}_{go} \\ \ddot{Z}_{go} \end{pmatrix} + \frac{d^2}{dt^2} C_g^s \begin{pmatrix} L_x \\ L_y \\ L_z \end{pmatrix}$$

【0064】また、ペン先部8の移動には関係なく重力座標系( $X_g$ ,  $Y_g$ ,  $Z_g$ )の $Z_g$ 軸方向には重力が働く。したがって、A点の重力座標系( $X_g$ ,  $Y_g$ ,  $Z_g$ )での加速度( $A_{xga}$ ,  $A_{yga}$ ,  $A_{zga}$ )は次式のようになる。

【0065】

【数11】

$$\begin{pmatrix} \ddot{X}_{ga} \\ \ddot{Y}_{ga} \\ \ddot{Z}_{ga} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \ddot{X}_{go} \\ \ddot{Y}_{go} \\ \ddot{Z}_{go} \end{pmatrix} + \frac{d^2}{dt^2} C_g^s \begin{pmatrix} L_x \\ L_y \\ L_z \end{pmatrix} - \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ g \end{pmatrix}$$

【0066】上記A点の重力座標系( $X_g$ ,  $Y_g$ ,  $Z_g$ )での加速度( $A_{xga}$ ,  $A_{yga}$ ,  $A_{zga}$ )をすでに説明した式を基にペン軸座標系( $X_s$ ,  $Y_s$ ,  $Z_s$ )の加速度( $A_{xsa}$ ,  $A_{ysa}$ ,  $A_{zsa}$ )に変換すると、次式のようになる。

【0067】

【数12】

$$\begin{aligned} \begin{pmatrix} \ddot{X}_{sa} \\ \ddot{Y}_{sa} \\ \ddot{Z}_{sa} \end{pmatrix} &= C_s^g \begin{pmatrix} \ddot{X}_{ga} \\ \ddot{Y}_{ga} \\ \ddot{Z}_{ga} \end{pmatrix} \\ &= C_s^g \begin{pmatrix} \ddot{X}_{go} \\ \ddot{Y}_{go} \\ \ddot{Z}_{go} \end{pmatrix} + C_s^g \frac{d^2}{dt^2} C_g^s \begin{pmatrix} L_x \\ L_y \\ L_z \end{pmatrix} - C_s^g \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ g \end{pmatrix} \end{aligned}$$

$C_s^g$  :  $C_g^s$  の逆変換行列

【0068】ここで、変換行列を次式のようにおく。

【0069】

【数13】

$$C_s^g \frac{d^2}{dt^2} C_g^s = \begin{pmatrix} f_{11} & f_{12} & f_{13} \\ f_{21} & f_{22} & f_{23} \\ f_{31} & f_{32} & f_{33} \end{pmatrix}$$

\* 度センサ2 a, 2 b, 2 cのペン軸座標系 ( $X_s, Y_s, Z_s$ ) で座標をそれぞれA ( $L_{xx}, L_{xy}, L_{xz}$ ), B ( $L_{yx}, L_{yy}, L_{yz}$ ), C ( $L_{zx}, L_{zy}, L_{zz}$ ) とする  
と、ペン軸座標系 ( $X_s, Y_s, Z_s$ ) での加速度 ( $A_x, A_y, A_z$ ) は次式のようにして表すことができる。

【0071】

【数14】

【0070】 $X_s$ 軸方向,  $Y_s$ 軸方向,  $Z_s$ 軸方向の加速 \*

$$\begin{aligned} \begin{pmatrix} \ddot{X}_s \\ \ddot{Y}_s \\ \ddot{Z}_s \end{pmatrix} &= \begin{pmatrix} \ddot{X}_{sa} \\ \ddot{Y}_{sb} \\ \ddot{Z}_{sc} \end{pmatrix} \\ &= C_s^g \begin{pmatrix} \ddot{X}_{go} \\ \ddot{Y}_{go} \\ \ddot{Z}_{go} \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} f_{11} & f_{12} & f_{13} \\ f_{21} & f_{22} & f_{23} \\ f_{31} & f_{32} & f_{33} \end{pmatrix} - C_s^g \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ g \end{pmatrix} \end{aligned}$$

【0072】上記式をまとめると、次式のようになる。 \* 【数15】

【0073】 \*

$$\begin{pmatrix} \ddot{X}_{go} \\ \ddot{Y}_{go} \\ \ddot{Z}_{go} \end{pmatrix} = C_s^g \begin{pmatrix} \ddot{X}_s \\ \ddot{Y}_s \\ \ddot{Z}_s \end{pmatrix} - \begin{pmatrix} f_{11} & f_{12} & f_{13} \\ f_{21} & f_{22} & f_{23} \\ f_{31} & f_{32} & f_{33} \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ g \end{pmatrix}$$

【0074】上記式より、ペン先部8の傾斜運動による影響をなくすことができる。

【0075】また、上記実施例では静止状態検出部5 7 2は、速度算出部5 7 3が求めた重力座標系 ( $X_g, Y_g, Z_g$ ) の速度の変化を基に静止状態を検出したが、加速度センサ2 a, 2 b, 2 cを用いて検出したペン軸座標系 ( $X_s, Y_s, Z_s$ ) の各軸方向の加速度を基にペン軸座標系 ( $X_s, Y_s, Z_s$ ) における加速度の合成ベクトルを算出し、算出した合成ベクトルの大きさと重力加速度  $g$  の大きさとを比較し、その差が予め定めた値以内のときを静止状態と判定するようにしても良い。例えば静止状態検出部5 7 2は、速度算出部5 7 3が求め

た重力座標系 ( $X_g, Y_g, Z_g$ ) の速度の変化を基に次式を用いてペン軸座標系 ( $X_s, Y_s, Z_s$ ) における加速度の合成ベクトルを算出する。

【0076】

【数16】

$$|\ddot{X}^2| = \ddot{X}_{s^2} + \ddot{Y}_{s^2} + \ddot{Z}_{s^2}$$

【0077】ここで、求まる合成ベクトルは静止状態であるならば、重力加速度の2乗の絶対値と等しくなる。そこで、静止状態検出部5 7 2は求めた合成ベクトルと重力加速度の2乗の絶対値との差が一定範囲内か否かを調べることで、静止状態か否かを判定できる。

【0078】また、静止状態検出部572は座標変換演算部56が変換して求めたX<sub>s</sub>軸方向及びY<sub>s</sub>軸方向の加速度が予め定めた閾値以下のときを静止状態と判定するようにしても良い。これにより、演算処理の負荷を軽くすることができ、処理を高速化できる。

【0079】また、静止状態検出部572は加速度センサ2a, 2b, 2cを用いて検出したペン軸座標系(X<sub>s</sub>, Y<sub>s</sub>, Z<sub>s</sub>)の各軸方向の加速度を基にペン軸座標系(X<sub>s</sub>, Y<sub>s</sub>, Z<sub>s</sub>)における加速度の合成ベクトルを算出し、算出した合成ベクトルの大きさと重力加速度の大きさとを比較し、その差が予め定めた値以内のときであって、且つ、座標変換演算部が変換して求めたX<sub>q</sub>軸方向及びY<sub>q</sub>軸方向加速度が予め定めた閾値以下のときを静止状態と判定するようにしても良い。これにより、静止状態検出精度を向上することができる。

【0080】さらに、ペン型入力装置1の筐体全体又は磁界センサ4を覆う部分を磁界が通過しやすい部材で構成し、磁界の検出精度を向上しても良い。

【0081】さらに、例えば図8に示すように机20上に設けた筆記面21にペン型入力装置1を用いて筆記する場合に、ペン型入力装置1に内蔵する磁界センサ4が検出する磁界の発生源として、磁界発生源30を設けても良い。ここで、筆記面としては普通紙などを用いたものを考える。また、磁界発生源30が発生する磁界の磁束密度は地磁気によるものより大きくなり、地磁気による影響を少なくする。また、磁界発生源30は筆記面周辺において平行磁界を発生するように複数配置する。このようにすることにより、磁界の検出精度を向上することができる。

【0082】さらに、例えば図9に示すように携帯情報端末装置40に磁界発生源30を内蔵し、ペン型入力装置1の傾斜を求めるようにしても良い。ここで、携帯情報端末装置40としては、例えばノート型パソコンやコンピュータ、電子手帳などがある。このようにすることにより、携帯情報端末装置40で正確にペン軸8の傾斜を検出でき、正確な筆記入力を行なうことができる。

【0083】

【発明の効果】この発明は以上説明したように、ペン軸座標系のX<sub>s</sub>軸方向とY<sub>s</sub>軸方向に加わる重力の成分からX<sub>s</sub>軸方向とY<sub>s</sub>軸方向のペン軸の傾斜角を求め、求めたペン軸の傾斜角及びペン軸座標系のZ<sub>s</sub>軸に直交した方向の地磁気のベクトル成分を基にペン軸座標系から重力座標系に座標変換を行なう座標変換行列を算出し、算出した座標変換行列を用いて加速度センサを用いて検出したペン軸座標系の加速度を重力座標系の加速度に変換するので、傾斜角を積分によりもとめてから座標変換する場合に比べて、角センサの調整が容易であると共に、積分回数を減らすことができるので、積分による誤差の発生を少なくできる。

【0084】さらに、ペン軸座標系のX<sub>s</sub>軸方向、Y<sub>s</sub>軸

方向及びZ<sub>s</sub>軸方向の加速度、X<sub>s</sub>軸方向とY<sub>s</sub>軸方向に加わる重力の成分及びZ<sub>s</sub>軸に直交した一方向の地磁気のベクトル成分を検出し、ペン軸座標系のX<sub>s</sub>軸方向とY<sub>s</sub>軸方向に加わる重力の成分からX<sub>s</sub>軸方向とY<sub>s</sub>軸方向のペン軸の傾斜角を求め、求めたペン軸の傾斜角及びペン軸座標系のZ<sub>s</sub>軸に直交した方向の地磁気のベクトル成分を基にペン軸座標系から重力座標系に座標変換を行なう座標変換行列を算出し、算出した座標変換行列を用いて加速度センサを用いて検出したペン軸座標系の加速度を重力座標系の加速度に変換するので、傾斜角を積分によりもとめてから座標変換する場合に比べて、角センサの調整が容易であると共に、積分回数を減らすことができるので、積分による誤差の発生を少なくできる。

【0085】また、3個の加速度センサはそれぞれペン軸座標系のX<sub>s</sub>軸方向、Y<sub>s</sub>軸方向及びZ<sub>s</sub>軸方向の加速度を示す信号を出し、重力センサはそれぞれペン軸座標系のX<sub>s</sub>軸方向又はY<sub>s</sub>軸方向に加わる重力の成分を示す信号を出し、磁界センサはペン軸座標系のZ<sub>s</sub>軸に直交した2方向の地磁気のベクトル成分を示す信号を出力するので、サイズの多き重力センサに比べてサイズの小さい磁界センサを用いることができ、装置を小型化できる。

【0086】また、3個の加速度センサはそれぞれペン軸座標系のX<sub>s</sub>軸方向、Y<sub>s</sub>軸方向及びZ<sub>s</sub>軸方向の加速度を示す信号を出し、2個の重力センサはそれぞれペン軸座標系のX<sub>s</sub>軸方向とY<sub>s</sub>軸方向に加わる重力の成分を示す信号を出し、磁界センサはペン軸座標系のZ<sub>s</sub>軸に直交した2方向の地磁気のベクトル成分を示す信号を出力ので、地磁気を変数として演算することができ、使用場所の地磁気の相違による検出結果の相違をなくすことができる。

【0087】さらに、10Hz近傍の周波数を境にして加速度センサ、重力センサ及び磁界センサからの信号の高周波成分を透過し、いずれか最初に高周波成分を含んだ信号を基に筆記開始を判断し、いずれか最後まで高周波成分を含んだ信号を基に筆記終了を判断する野で、簡単な構成で筆記中か否かを判断できる。

【0088】さらに、各加速度センサの取付け位置及び座標変換行列を用いて加速度センサを用いて検出したペン軸座標系の加速度を重力座標系におけるペン先部の加速度に変換するので、加速度センサを用いて検出した加速度のペン先部を中心とした傾斜運動による成分を除去することができる。

【0089】さらに、重力座標系の速度の変化を基に静止状態を検出し、静止状態を検出するたびに重力座標系の速度をゼロにリセットするので、積分による速度の累積誤差が発生することを防止できる。

【0090】また、重力座標系の速度の変化を基に静止状態を検出し、静止状態を検出してから次に静止状態を検出するまでの重力座標系の速度の波形を各静止状態で

速度がゼロになるように補正するので、積分による誤差の発生をさらに正確になくすことができる。

【0091】また、加速度センサを用いて検出したペン軸座標系の各軸方向の加速度を基にペン軸座標系における加速度の合成ベクトルを算出し、算出した合成ベクトルの大きさと重力加速度の大きさとを比較し、その差が予め定めた値以内のときを静止状態と判定するので、正確に静止状態か否かを判定できる。

【0092】また、X<sub>g</sub>軸方向及びY<sub>g</sub>軸方向加速度が予め定めた閾値以下のときを静止状態と判定するので、簡単な方法で静止状態か否かを判定できる。

【0093】また、ペン軸座標系の各軸方向の加速度を基にペン軸座標系における加速度の合成ベクトルを算出し、算出した合成ベクトルの大きさと重力加速度の大きさとを比較し、その差が予め定めた値以内のときであって、且つ、X<sub>g</sub>軸方向及びY<sub>g</sub>軸方向加速度が予め定めた閾値以下のときを静止状態と判定するので、さらに正確に静止状態か否かを判定できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】この発明の実施例を示す構成図である。

【図2】演算部の構成図である。

【図3】座標系の説明図である。

\* 【図4】速度信号の波形図である。

【図5】ペン型入力装置の動作を示すフローチャートである。

【図6】2個の磁界センサを備えるペン型入力装置の構成図である。

【図7】重力センサと磁界センサを2個づつ備えるペン型入力装置の構成図である。

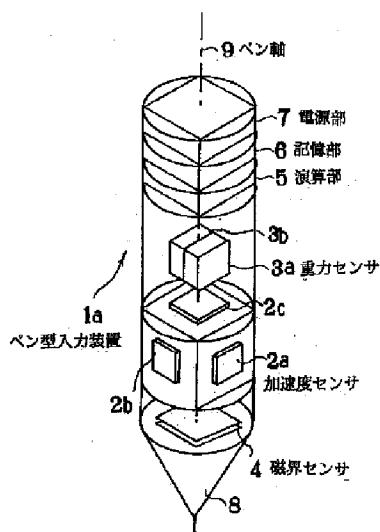
【図8】筆記面の斜視図である。

【図9】携帯情報端末装置の斜視図である。

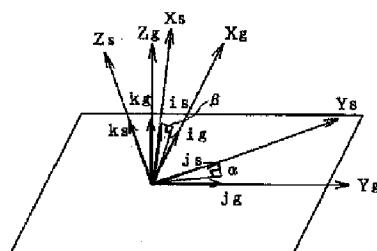
10 【符号の説明】

1	ペン型入力装置
2	加速度センサ
3	重力センサ
4	磁界センサ
5	演算部
5 4	筆記検出部
5 5	座標変換行列演算部
5 6	座標変換演算部
5 7	移動量算出部
20 5 7 2	静止状態検出部
5 7 3	速度補正部
*	8 ペン先部

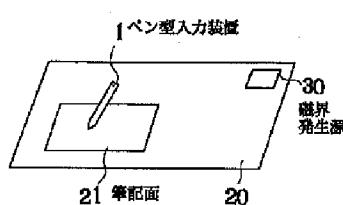
【図1】



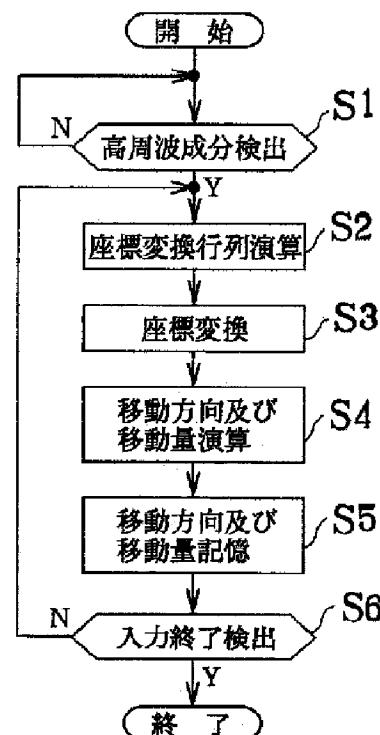
【図3】



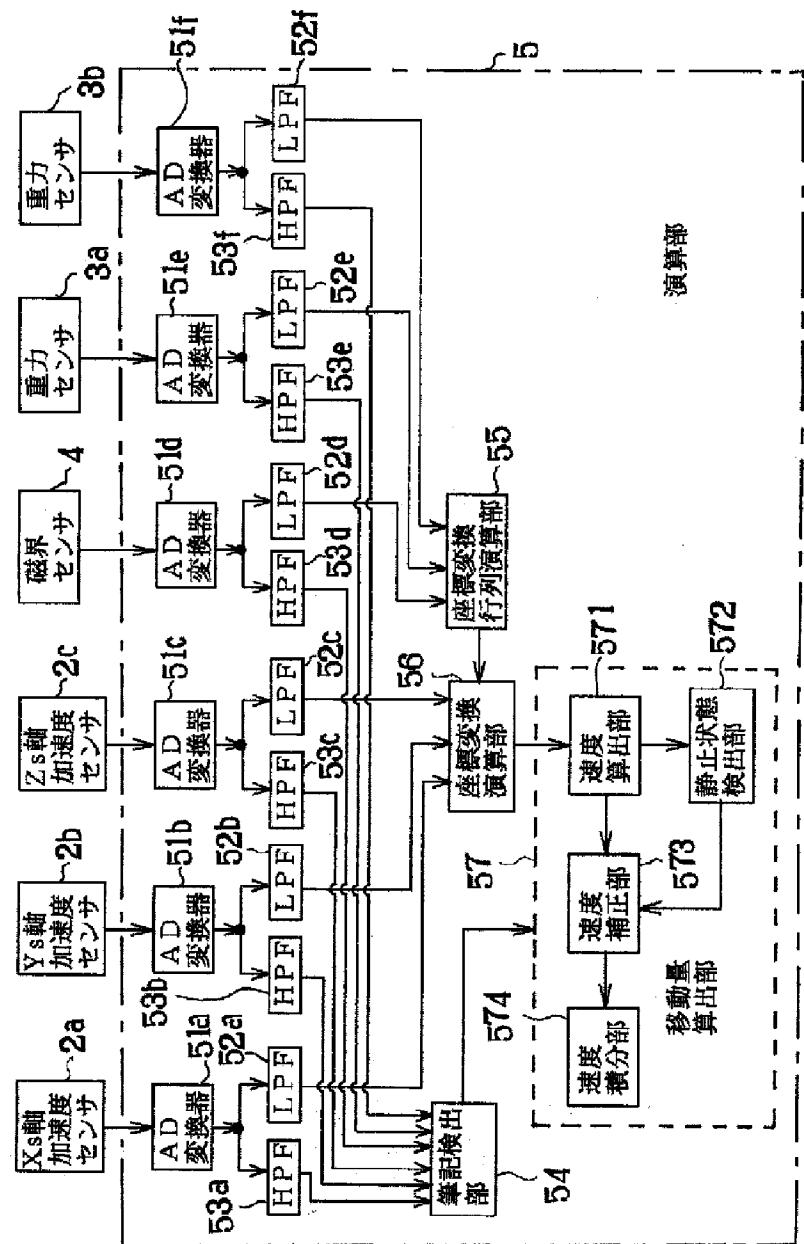
【図8】



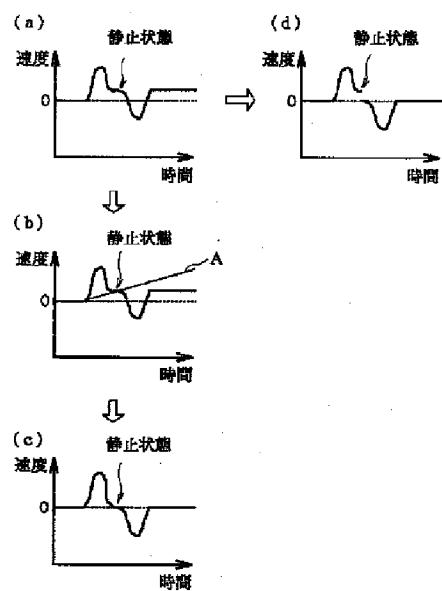
【図5】



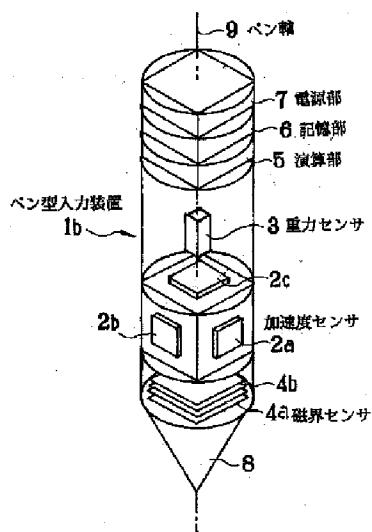
【図2】



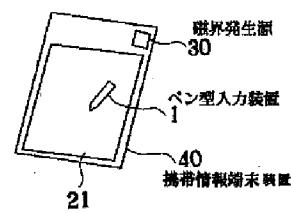
【図4】



【図6】



【図9】



【図7】

